

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 39 10048 A 1

②① Aktenzeichen: P 39 10 048.0
②② Anmeldetag: 28. 3. 89
②③ Offenlegungstag: 30. 8. 90

⑤① Int. Cl. 5:
G 03 F 7/20
G 03 F 9/00
G 01 M 11/00
G 02 B 7/09
G 09 F 9/35
// G 02 F 1/13, 1/136,
H 04 N 3/12

DE 3910048 A1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑦① Anmelder:
Heidelberg Instruments GmbH Laser- und
Ionenstrahl-, Kommunikations- und Sensortechnik,
6900 Heidelberg, DE

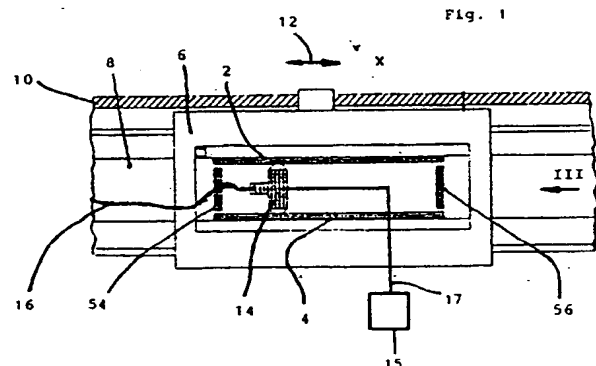
⑦④ Vertreter:
Klose, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 6700 Ludwigshafen

⑦② Erfinder:
Wijnaendts-van-Resandt, Roloef, Dr., 7525 Bad
Schönborn, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Herstellung oder Inspektion von Mikrostrukturen auf großflächigen Substraten

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von Mikrostrukturen auf großflächigen Substraten, insbesondere Flüssigkristallanzeigen, wobei Strukturen wenigstens einer Maske auf ein Substrat mit optischen Mitteln übertragen werden. Diese optischen Mittel enthalten Lin sen- und/oder Spiegelsysteme, welche mit zunehmender Größe der Anzeige groß und unhandlich werden und einen erheblichen konstruktiven Aufwand erfordern. Es liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren vorzuschlagen, mit welchem großflächige Anzeigen von Kantenlängen von wenigstens 10 cm in zuverlässiger Weise auch in hohen Stückzahlen gefertigt werden können. Es wird vorgeschlagen, daß die Strukturen kontinuierlich von der Maske in kleinen Bereichen abgetastet und mittels eines optischen Übertragungssystems auf das Substrat übertragen werden. Das Übertragungssystem und die Maske sowie das Substrat sind relativ zueinander positionierbar.



DE 3910048 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von Mikrostrukturen auf großflächigen Substraten gemäß den im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmalen. Dieses Verfahren kann ferner zur Inspektion von Mikrostrukturen auf großflächigen Substraten zur Anwendung gelangen. Mikrostrukturen auf großflächigen Substraten werden vor allem für Flüssigkristallanzeigen benötigt. Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Die Technik der Flüssigkristallanzeigen hat einen hohen Stand erreicht und es gibt schon vielfältige Anwendungen, etwa bei Autoanzeigen oder bei Bildschirmen tragbarer Rechner. Nicht zuletzt sind Flüssigkristallanzeigen auch eine vielversprechende Technologie zur Ablösung der heute noch üblichen TV-Kathodenstrahlröhren. Dem wachsenden Interesse an solchen großflächigen Anzeigen stehen technologische Engpässe entgegen, die im folgenden erläutert werden.

Die Herstellung erfolgt nach lithographischen Verfahren, gemäß welchen Strukturen wenigstens einer Maske, regelmäßig bis zu zehn Masken, auf ein Substrat, beispielsweise eine Glasplatte, übertragen werden. Die Übertragung erfolgt üblicherweise auf optischem Wege, wobei Strahlen einer Lichtquelle oder Laserstrahlen entsprechend den Strukturen der Maske auf eine photoempfindliche Schicht auf dem Substrat einwirken und in weiteren Verfahrensschritten durch Ätzen oder ähnliche Verfahren auf dem Substrat dann die Struktur fixiert wird. Mit zunehmender Größe der Anzeigen werden die optischen Mittel, welche Linsen- und/oder Spiegelsysteme enthalten, entsprechend größer und unhandlich, wobei der konstruktive Aufwand erheblich zunimmt. Ferner ist mit Abbildungsfehlern zu rechnen, so daß den Genauigkeitsanforderungen nicht mehr entsprochen werden kann, wobei kleinste Strukturen in der Größenordnung von 4 Mikrometern oder gar 1 Mikrometer nicht mehr beherrschbar sind. Großflächige Anzeigen, und zwar mit einer Kantenlänge von wenigstens 10 cm, zweckmäßig 20 cm und darüber, lassen sich mit den heute üblichen Verfahren, die für kleinere Anzeigen durchaus praktikabel erscheinen, nicht in befriedigender Weise herstellen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren vorzuschlagen, mit welchem großflächige Anzeigen, wobei hierunter Kantenlängen von wenigstens 10 Zentimetern, zweckmäßig aber 20 Zentimeter und darüber, verstanden werden, in zuverlässiger Weise auch in hohen Stückzahlen gefertigt werden können. Hierbei soll eine hohe Genauigkeit gewährleistet werden, wobei kleinste Strukturen, und zwar wenigstens bis 4 Mikrometer und zweckmäßigerweise bis 1 Mikrometer, zuverlässig von einer Maske auf ein Substrat übertragen werden sollen. Weiterhin soll die Verzeichnung bzw. Verzerrung der kleinsten Strukturen kleiner als 1 Mikrometer und zweckmäßig kleiner als 0,25 Mikrometer über die gesamte Fläche des Substrates sein. Das Verfahren soll die wirtschaftliche Fertigung der Substrate ermöglichen, wobei Stückzahlen von 50 bis 100 pro Stunde oder darüber mit hoher Präzision hergestellt werden sollen. Die zur Durchführung des Verfahrens benötigte Vorrichtung soll einen einfachen und funktionssicheren Aufbau aufweisen und mit hoher Zuverlässigkeit und Präzision die Herstellung der großflächigen Anzeige ermöglichen.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt gemäß den im

Kennzeichen des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

Das vorgeschlagene Verfahren ermöglicht die Herstellung von großflächigen Anzeigen, insbesondere Flüssigkristall-Anzeigen mit Kantenlängen größer als 20 mal 25 Zentimeter und insbesondere größer als 40 mal 50 Zentimetern. Das erfindungsgemäße lithographische Verfahren zeichnet sich durch eine hohe Fertigungsgeschwindigkeit aus. Die gesamte Fläche wird kontinuierlich nacheinander abgetastet und durch Projektion im Maßstab 1 : 1 übertragen. Aufwendige optische Systeme entfallen hierbei und im Hinblick auf die mögliche Dimensionen der Anzeige sind durch das optische System keine Grenzen gesetzt. Die Projektion eines kleinen Maskenfeldes mit einer der Auflösung angepaßten Feldgröße bedarf keiner besonderen optischen Systeme, sondern es können hierzu Standardsysteme zum Einsatz gelangen. Das mechanische Abtastsystem ermöglicht ein Optimum zwischen der Exaktheit der Positionierung und der Abtastgeschwindigkeit. Der optische Übertrager wird bezüglich der Maske und dem Substrat in zwei orthogonalen Richtungen positioniert. Zweckmäßig wird die eine Bewegungsrichtung mit dem optischen Übertrager und die andere Bewegung mit der Maske und dem Substrat durchgeführt. Um Unregelmäßigkeiten in Folge eines Durchbiegens von Maske und/oder Substrat zu vermeiden, werden diese zweckmäßig in vertikalen Ebenen parallel zueinander angeordnet. Darüberhinaus erweist es sich als zweckmäßig, die Maske und das Substrat in horizontaler Richtung zu bewegen und das optische System, welches eine vergleichsweise kleine Masse aufweist, in vertikaler Richtung aufwärts und abwärts zu bewegen. Um Geschwindigkeitsänderungen der vertikalen Bewegung des optischen Systems auszugleichen, wird die Energie der Strahlenquelle für den optischen Übertrager entsprechend der Geschwindigkeit und/oder der momentanen Stellung gesteuert.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann ferner zur Inspektion von Strukturen auf großflächigen Substraten zum Einsatz gelangen. Hierzu werden sowohl die Bereiche der Maske als auch der zu überprüfenden Mikrostrukturen des Substrates abgetastet und jeweils miteinander verglichen. Die oben aufgezeigten Vorteile des Herstellverfahrens gelten in entsprechender Weise bei der Inspektion. Der optische Übertrager enthält geeignete Detektoren für die Inspektion, wobei die beiden Objektive als Leseobjektive dienen. Die beim Abtasten der Feldbereiche der Maske und des Substrates gewonnenen Bilder bzw. optischen Signale werden insbesondere über lichtleitende Mittel zu einer Vergleichseinrichtung geleitet und miteinander verglichen, um eventuelle Defekte der Mikrostrukturen des Substrates zu erfassen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist dem optischen Übertrager ein Autofokus-System zugeordnet, das eine präzise Erfassung der Maskenstrukturen und eine präzise Übertragung auf das Substrat ermöglicht. Änderungen der Höhe in der Größenordnung von bis zu 10 Mikrometern und mehr werden durch das Autofokus-System während der Durchführung des Lithographie-Verfahrens ausgeglichen. Aufgrund der dynamischen Fokussierung wird eine hohe Übertragungsgüte sichergestellt.

In einer weiteren Ausgestaltung wird mit einem Ausrichtsystem die zweite und nachfolgende Maske in die gewünschte definierte Bezugsposition zum Substrat und der bzw. den in den vorangegangenen Verfahrensschrit-

ten aufgetragenen Schichten des Substrats gebracht. Es wird mit einem vergleichsweise geringen Aufwand eine flexible und dynamische Ausrichtung zwischen der bzw. den Masken und dem Substrat durchgeführt. Hierzu hat es sich als zweckmäßig erwiesen, mit dem Übertragen der Struktur der ersten Maske gleichzeitig Markierungen auf das Substrat bzw. dessen erste Schicht zu übertragen und unter Zuhilfenahme dieser Markierungen die nachfolgenden Masken auszurichten.

Weitere Vorteile und wesentliche Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie der Zeichnung in Verbindung mit der Beschreibung.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand des in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels der zur Durchführung des Verfahrens vorgesehenen Vorrichtung beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine Aufsicht von oben,

Fig. 2 eine Seitenansicht,

Fig. 3 eine Ansicht in Blickrichtung III gemäß Fig. 1,

Fig. 4 vergrößert das optische System,

Fig. 5 eine Prinzipdarstellung des konfokalen Autofokus,

Fig. 6 die Anordnung des Autofokus-Systems,

Fig. 7 das Antriebssystem des Übertragers,

Fig. 8, 9 die Anordnung der Detektoren zur Ausrichtung.

Fig. 1 zeigt in einer Aufsicht von oben eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, um von einer Maske 2 Strukturen auf ein Substrat 4 zu übertragen. Die Maske 2 und das Substrat 4 sind auf einem in horizontaler Richtung verfahrbaren Tisch 6 in einem Rahmen in Vertikalebene parallel zueinander angeordnet. Der Tisch 6 ist bezüglich eines Stators 8, der insbesondere als eine schwere Granitplatte ausgebildet ist und damit eine Entkopplung bezüglich äußerer Einwirkungen gewährleistet, in horizontaler X-Richtung verfahrbar und positionierbar. Hierfür kann ein Präzisionsantrieb mit einer Spindel 10 vorgesehen sein. Der Tisch 6 ist zweckmäßig mittels Präzisions-Kugellagerführungen in der X-Richtung auf dem Stator 8 verfahrbar gelagert, wie es durch den Doppelpfeil 12 angedeutet ist. Zwischen der Maske 2 und dem Substrat 4 sind Detektoren 54, 56 angeordnet, welche für eine exakte Ausrichtung der Maske 2 bezüglich des Substrats 4 erfindungsgemäß vorgesehen sind, wie es nachfolgend noch zu erläutern sein wird.

Zwischen der Maske 2 und dem Substrat 4 ist ein optischer Übertrager 14 angeordnet, welcher in vertikaler Richtung, also senkrecht zur Zeichenebene, verfahrbar ist. Mit diesem optischen Übertrager 14 werden Teilbereiche der Masken-Strukturen im Verhältnis 1:1 projiziert und auf das Substrat 4 übertragen. Der optische Übertrager 14 ist über lichtleitende Mittel 16 mit einer Strahlenquelle verbunden. Diese Strahlenquelle ist als ein Laser oder als eine Lampe, beispielsweise für Ultraviolettstrahlen, ausgebildet. Als lichtleitende Mittel 16 können Glasfasern ebenso zum Einsatz gelangen wie optische Systeme mit Linsen oder dergleichen. Entscheidend ist die Abtastung der gesamten auf der Maske befindlichen Struktur in einzelnen kleinen Bereichen, welche kontinuierlich auf das Substrat übertragen werden. Die Feldgröße wird auf die Auflösung des optischen Übertragers abgestimmt. Anstelle von großen, aufwendigen Projektionssystemen kann erfindungsgemäß ein vergleichsweise kleines optisches System zum Einsatz gelangen, wobei hinsichtlich der Größe der zu übertragenden Strukturen von der Maske auf das Sub-

strat grundsätzlich keine Einschränkungen zu machen sind. Das Bildfeld des Abtastsystems kann den Anforderungen bezüglich Auflösung und Präzision angepaßt werden. Aufgrund der vorgeschlagenen 1:1 Projektion der Maskenbereiche auf die Struktur wird eine hohe Auflösung gewährleistet, wobei kleine Strukturen kleiner als 4 Mikrometer und zweckmäßig auch kleiner als 1 Mikrometer korrekt übertragen werden. Fehler durch Verzeichnungen oder Verzerrungen, die bei großen optischen Systemen vor allem an den Randbereichen auftreten, werden vermieden.

Gemäß diesem Verfahren wird der jeweilige Teilbereich der Maske durch eine 1:1 Projektion mit dem Übertrager auf das Substrat übertragen. Die Maske ist als ein Positiv ausgebildet und reflektiert die vom Übertrager kommenden Lichtstrahlen, welche nach der Reflexion mittels des Übertragers 14 auf das Substrat 4 geleitet werden. Dieses Verfahren führt zu einer äußerst einfachen mechanischen Konstruktion der Vorrichtung, zumal der Übertrager problemlos in den freien Raum zwischen der Maske und dem Substrat angeordnet und nicht mit hoher Präzision positioniert werden muß. Gleichwohl liegen im Rahmen der Erfindung Durchlichtverfahren, bei welchen die Maske als ein Negativ ausgebildet ist und von den Lichtstrahlen durchdrungen wird. Auch beim Durchlichtverfahren erfolgt im Rahmen der Erfindung die 1:1 Projektion der Masken-Strukturen, und zwar jeweils in vorgebbaren Teilbereichen auf das Substrat.

Das Verfahren kann ferner zur Inspektion von Mikrostrukturen auf großflächigen Substraten zur Anwendung gelangen. Die von der Strahlenquelle über die lichtleitenden Mittel 16 dem Übertrager zugeführten Strahlen dienen sowohl zur Abtastung der Maske 2 als auch der Mikrostrukturen des Substrates 4. Die von der Maske 2 und ferner die von den Mikrostrukturen des Substrates 4 reflektierten Strahlen werden mittels des Übertragers 14 auf weitere lichtleitende Mittel 17 gegeben und eine hier nur schematisch angedeuteten Vergleichseinrichtung 15 zugeführt. In dieser Vergleichseinrichtung werden die abgetasteten Bildinformationen einerseits der Maske 2 und andererseits der Mikrostrukturen miteinander verglichen, wobei eventuelle Defekte der Mikrostrukturen zuverlässig erkannt werden. Es versteht sich, daß im Rahmen der Erfindung auch zwei Masken miteinander verglichen werden können, wobei anstelle des erwähnten Substrates eine zweite Maske vorzusehen wäre. Desweiteren können erfindungsgemäß die Mikrostrukturen von zwei großflächigen Substraten miteinander verglichen werden.

Fig. 2 zeigt schematisch eine Seitenansicht mit Blickrichtung auf die Maske 2, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit das Substrat nicht dargestellt ist. Mit dem Stator 8 ist ein Antrieb 18 verbunden, mit welchem der optische Übertrager 14 in Richtung des Doppelpfeils 20 vertikal in der Y-Richtung positionierbar ist. Der Tisch 6 mit der Maske 2 und ebenso mit dem Substrat ist bezüglich des Stators 8 horizontal positionierbar. Auf das Substrat werden nacheinander entsprechend den Strukturen verschiedener Masken Schichten angeordnet. Um eine definierte Ausrichtung der einzelnen Masken und der von diesen zu übertragenden Strukturen auf das Substrat und dessen Schichten zu erhalten, ist ein Ausrichtungssystem der Maske bezüglich des Substrats vorgesehen. Es sei davon ausgegangen, daß das Substrat auf dem Tisch 6 fest angeordnet ist. Hingegen kann die Maske bezüglich des Tisches und damit bezüglich des Substrats ausgerichtet werden. Selbstverständlich kann

die Anordnung auch in der Weise getroffen werden, daß die Maske fest und das Substrat entsprechend ausrichtbar ist. Auf dem Tisch 6 sind zwei Antriebe 22, 24 angeordnet, welche die Feinausrichtung der Maske 2 in vertikaler Richtung ermöglichen. Ferner sind zwei Antriebe, von welchen nur der eine Antrieb 26 zu erkennen ist, vorhanden, um die Feinausrichtung der Maske 2 in der horizontalen Richtung zu ermöglichen.

Fig. 3 zeigt schematisch die Vorrichtung mit dem Granit-Stator 8, auf welchem der Tisch 6 senkrecht zur Zeichenebene auf Lagern 28, 30 bewegbar ist. Auf dem Tisch 6 ist ferner der im Querschnitt U-förmige Rahmen 32 zu erkennen, der einerseits die Maske 2 und andererseits das Substrat 4 trägt. Wie ersichtlich, sind die Maske 2 und das Substrat 4 parallel zueinander in vertikalen Ebenen angeordnet, wobei mittels der vorstehend erwähnten Ausrichteinrichtung die Maske 2 bezüglich des Substrats 4 ausgerichtet werden kann.

Fig. 4 zeigt schematisch die Anordnung des 1:1 Projektions-Übertragers zwischen der Maske 2 und dem Substrat 4. Eine Strahlenquelle 34, welche als Lampe oder als ein Laser ausgebildet ist, sendet über die lichtleitenden Mittel 16 Strahlen zu einem Strahlenteilersystem 36 des Übertragers 14. Von dem polarisierten System 36 gelangen Strahlen über ein erstes Objektiv 38 fokussiert auf die Maske 2, um dort den gewünschten Teilbereich der Struktur zu erfassen. Die von der Maske 2 reflektierten Strahlen gelangen zurück in das Strahlenteilersystem 36 und von dort durch ein zweites Objektiv 39 gleichfalls fokussiert auf das Substrat 4. Die beiden Objektive 38 und 39 sind übereinstimmend ausgebildet.

Fig. 5 zeigt eine Prinzipdarstellung des konfokalen Autofokussystems, das zur kontinuierlichen Erfassung und Ausregelung von Abstandsänderungen zwischen der Maske und dem Substrat dient. Desweiteren wird mit dem Autofokus-System die Position der Objektive, und zwar insbesondere deren Lese- bzw. Schreiblinse, bezüglich der zugeordneten Oberflächen eingestellt. Es werden zwei unterschiedliche Effekte kompensiert; zum einen sind es kleine zufällige Abstandsveränderungen, welche kleiner sind als etwa ein Mikrometer über das ganze Feld von ca. einem Zentimeter. Ferner handelt es sich um niederfrequente Änderungen, welche systembedingt sind und beispielsweise von Keilfehlern oder ähnlichem abhängen. Diese Änderungen können bis zu einigen zig Mikrometern über den Bereich von ca. 50 Zentimetern betragen. Von einer Punkt-Lichtquelle 40, die beispielsweise als ein Dioden-Laser ausgebildet sein kann, gelangen Strahlen über einen Strahlenteiler 42 und das Objektiv auf das Substrat 4. Reflektierte Strahlen gelangen durch das Objektiv und den Strahlenteiler 42 zu Detektoren 44, 46. Wie in dem kleinen Diagramm rechts angedeutet, liefern die beiden Detektoren 44, 46 zwei Intensitätsverteilungen A und B, deren Schnittpunkt die beste Fokuseinstellung ergibt. Wie angedeutet, wird entsprechend der Differenz der Detektorsignale mit der Steuereinheit 48 das Objektiv auf diese beste Fokalebene eingestellt.

Wie aus Fig. 6 ersichtlich, wird sowohl dem ersten Objektiv 38 der Maske 2 als auch dem zweiten Objektiv 39 für das Substrat 4 ein Autofokus-System gemäß Fig. 5 zugeordnet. Entsprechend den von den Detektoren 44 bzw. 46 erhaltenen Signalen A 1 bzw. B 1 wird die Leselinse 50 des ersten Objektivs 38 bezüglich der Maske 2 positioniert. In gleicher Weise wird mit den Signalen A 2 bzw. B 2 von Detektoren 45 bzw. 47 die Schreiblinse 52 des zweiten Objektivs 39 bezüglich des Sub-

strats 4 positioniert. Aufgrund des vorgeschlagenen Autofokus-Systems wird eine präzise Abbildung und Übertragung der Maskenstrukturen auf das Substrat erreicht. Die axiale Positionierung der Leselinse 50 und der Schreiblinse 52 wird zweckmäßig mit Piezo-Stellelementen gewährleistet, die insbesondere parallele Federführungen enthalten.

Fig. 7 zeigt ein Beispiel für eine Ausgestaltung des Antriebs 18 zur vertikalen Bewegung des optischen Systems 14. Das optische System 14 ist entlang einer vertikalen Führung 68 verschiebbar, die zweckmäßig ein Luftlager-System für einen Schlitten 70 mit dem optischen Übertrager 14 aufweist. Die Drehbewegung des Antriebs 18 wird mittels einer Kurbel 72 auf den Schlitten 70 übertragen, wobei zweckmäßig die Anlenkung an den Punkten 74, 76 unter Federvorspannung erfolgt. Mit einem Gegengewicht 78 wird eine Kompensation bei der kontinuierlichen Aufwärts- und Abwärtsbewegung erreicht. Die lineare Bewegung des Schlittens 70 mit dem Übertrager 14 erfolgt mit sich ändernder Geschwindigkeit. Um eine gleichmäßige Belichtung über die gesamte Strecke der vertikalen Bewegung zu erhalten, ist es zweckmäßig, die Energie der Strahlenquelle 34 in Abhängigkeit der momentanen vertikalen Position oder Geschwindigkeit vorzugeben. Für die Bereiche der größten vertikalen Geschwindigkeit ist die Energiezufuhr am größten einzustellen, während an den Endpunkten der vertikalen Bewegungsbahn, also bei Bewegungsumkehr, die Energiezufuhr gegen null zu regeln ist. Außer dem beschriebenen Antrieb können auch andere Bewegungssysteme zum Einsatz gelangen.

Zur Herstellung einer Flüssigkristallanzeige mit integrierten Dünnfilmtransistoren müssen im allgemeinen Strukturen von mehreren Masken nacheinander auf das Substrat aufgebracht werden, wobei eine definierte Ausrichtung der Strukturen der einzelnen Masken zueinander gewährleistet sein muß. Anhand von Fig. 8 und 9 wird ein hierfür geeignetes Ausrichtsystem erläutert. Dieses Ausrichtsystem soll automatisch kleine Veränderungen kompensieren, und zwar sowohl hinsichtlich der Maske als auch des Substrats. Es sei festgehalten, daß für die erste Schicht bzw. die erste von der Maske auf das Substrat zu übertragende Struktur keine derartige Ausrichtung erforderlich ist. Hingegen wird die zweite Schicht bzw. deren Struktur des Substrats exakt zur ersten Schicht positioniert. Dies gilt auch für die nachfolgenden Schichten bzw. Strukturen. Im Hinblick auf die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren herzustellende große Flüssigkristallanzeigen mit Kantenlängen von 20 Zentimetern und darüber, müssen Fehlausrichtungen der Maske, in der Größenordnung bis zu 10 Mikrometer kompensiert werden. Dies erfolgt zweckmäßig in zwei Schritten, und zwar eine globale Vorausrichtung und ferner eine dynamische, auf den jeweiligen Ort bezogene Ausrichtung. Maßgebend ist hierbei, daß mit der Struktur der ersten Maske auf das Substrat eine Markierung aufgebracht wird, welche zur Ausrichtung der anderen Masken herangezogen wird. Als zweckmäßig hat sich eine Linienmarkierung am Rand des Substrats erwiesen. Die zweite und nachfolgenden Masken haben ihrerseits geeignete Markierungen, über welche die exakte Ausrichtung dieser Masken bezüglich des Substrats erreicht wird.

Gemäß Fig. 8 sind für die vertikale Ausrichtung an den Rändern der Maske bzw. des Substrats jeweils ein Detektor 54 bzw. 56 angeordnet, um die dort vorhandene Markierung 82 abzutasten. In Abhängigkeit der hierbei ermittelten Signale werden die anhand der Fig. 2

bereits erläuterten Antriebe für die vertikale Maskenbewegung beaufschlagt. Die Detektoren 54, 56 liegen in der durch das Zentrum des optischen Übertragers 14 verlaufenden Horizontalebene 60 und werden entsprechend nachgeführt. Desweiteren sind zwei X-Detektoren 62, 64 in der Weise angeordnet, daß die gemeinsame Vertikalebene 66 gleichfalls durch das Zentrum des optischen Übertragungssystems 14 verläuft. Die mit den genannten Detektoren erzeugten Fehlersignale werden in geeigneter Weise bearbeitet und dienen zur exakten Ausrichtung der Maske bezüglich des Substrats. Von besonderer Bedeutung ist hierbei, daß diese Ausrichtung fortwährend entsprechend der kontinuierlichen Strukturübertragung von der Maske zum Substrat erfolgt.

In Fig. 9 ist eine besondere Ausgestaltung des Detektors 56 dargestellt; nachfolgende Ausführungen gelten entsprechend für die anderen Detektoren. Der Detektor 56 enthält einen Übertrager 80, der gemäß vorstehenden Erläuterungen mit dem optischen Übertrager 14 auf der gleichen Horizontalebene 60 positioniert ist. Die Maske enthält an ihrem Rand eine Markierung 82, die als eine einzige Linie ausgebildet ist. Auf dem Substrat wurde mit der ersten Maske am Rand eine Markierung 84 angeordnet, welche zwei Parallellinien enthält. Wie rechts in der Zeichnung angedeutet, wird mittels dem Übertrager 80, der als ein 1:1 Projektor ausgebildet ist, in Verbindung mit Detektoren A und B die Relativlage der Markierung 82 zur Markierung 84 des Substrats 4 erfaßt und nach Differenzbildung dem Antrieb 24 für die Maskenpositionierung zugeführt. Diese Maskenausrichtung erfolgt kontinuierlich für die zweite und die nachfolgenden Masken.

Bezugszeichen

- 2 Maske
- 4 Substrat
- 6 Tisch
- 8 Stator
- 10 Spindel
- 12 Doppelpfeil
- 14 optischer Übertrager
- 15 Vergleichseinrichtung
- 16, 17 lichtleitende Mittel
- 18 Antrieb
- 20 Doppelpfeil
- 22, 24 Vertikal-Antrieb für die Maske
- 26 Horizontalantrieb für die Maske
- 28, 30 Lager
- 32 Rahmen
- 34 Strahlungsquelle
- 36 Strahlenteiler-System
- 38 erstes Objektiv
- 39 zweites Objektiv
- 40 Punkt-Lichtquelle
- 42 Strahlenteiler
- 44 bis 47 Detektor
- 48 Steuereinheit
- 50 Leselinse
- 52 Schreiblinse
- 54, 56 Y-Detektor
- 60 Horizontalebene
- 62, 64 X-Detektor
- 66 Vertikalebene
- 68 Führung
- 70 Schlitten
- 72 Kurbel

- 74, 76 Punkt
- 78 Gegengewicht
- 80 Übertrager
- 82 Markierung von 2
- 84 Markierung von 4

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Mikrostrukturen auf großflächigen Substraten, insbesondere Flüssigkristallanzeigen, wobei Strukturen wenigstens einer Maske auf ein Substrat mit optischen Mitteln übertragen werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturen kontinuierlich von der Maske in kleinen Bereichen abgetastet und mittels eines optischen Übertragungssystems (14) auf das Substrat übertragen werden und daß das Übertragungssystem (14) und die Maske (2) sowie das Substrat (4) relativ zueinander positionierbar sind.
2. Verfahren zur Inspektion von Mikrostrukturen auf großflächigen Substraten, welche Mikrostrukturen enthalten, dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturen kontinuierlich von der Maske (2) und dem Substrat (4) in kleinen Bereichen abgetastet und mittels des optischen Übertragungssystems (14) einer Vergleichseinrichtung (15) zugeführt werden und daß das Übertragungssystem (14) und die Maske (2) sowie das Substrat (4) relativ zueinander positionierbar sind.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle von der Maske (2) und dem Substrat (4) die Mikrostrukturen von zwei Masken und/oder von zwei Substraten miteinander verglichen werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mittels des optischen Übertragers (14) eine Projektion im Maßstab 1:1 des jeweiligen abgetasteten Maskenfeldes auf das Substrat (4) erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Relativbewegung zwischen dem optischen Übertrager (14) und der Maske (2) sowie dem Substrat (4) in zwei bevorzugt rechtwinklig zueinander angeordneten Richtungen durchgeführt wird, wobei bevorzugt der optische Übertrager (14) in vertikaler Richtung und die Maske sowie das Substrat (2) in horizontaler Richtung bewegbar und positionierbar sind.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Maske (2) und das Substrat (4) parallel zueinander, bevorzugt in vertikalen Ebenen, angeordnet sind.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der optische Übertrager (14) in einem Zwischenraum zwischen der Maske (2) und dem Substrat (4), bevorzugt in vertikaler Richtung bewegbar und positionierbar ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der optische Übertrager (14) ein erstes Objektiv (38) aufweist, welches der Maske (2) zugeordnet ist und ferner ein zweites Objektiv (39) aufweist, welches dem Substrat (4) zugeordnet ist, und/oder daß mit einem Autofokus-System wenigstens eines der Objektive (38, 39) einstellbar ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Maske bezüglich des Substrats (4) kontinuierlich ausrichtbar ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß beim Übertragen der Struktur der ersten Maske (2) auf das Substrat (4) eine Markierung (84) aufgebracht wird, in deren Abhängigkeit die zweite und nachfolgende Maske, welche mit einer entsprechenden Markierung (82) versehen sind, bezüglich des Substrats ausrichtbar sind.

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der optische Übertrager (14), welcher zweckmäßig zwischen der Maske (2) und dem Substrat (4) angeordnet ist, ein Antrieb (18) zugeordnet ist, und daß die Maske (2) zusammen mit dem Substrat (4) mit einer Antriebseinheit im wesentlichen senkrecht zur Bewegungsrichtung des Übertragers (14) gemeinsam positionierbar sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein Tisch (6) zur Aufnahme der insbesondere in einem Rahmen (32) angeordneten Maske (2) und dem Substrat (4) vorgesehen und mittels Lagern (28, 30) auf einem Stator (8) in horizontaler Richtung verschiebbar angeordnet ist und daß der Antrieb (18) ortsfest auf dem Stator (8) angeordnet ist, wobei der Übertrager (14) auf einer Führung (68) in vertikaler Richtung verschiebbar angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Übertrager (14) ein polarisierendes Strahlenteiler-System (36) aufweist, welchem über lichtleitende Mittel (16) von einer Strahlenquelle (34) Strahlen zugeführt werden, welche über das erste Objektiv (39) zur Maske (2) gelangen, von dort reflektiert werden und durch das Strahlenteiler-System (36) über das zweite Objektiv (39) auf das Substrat (4) geleitet werden, wobei die Objektive (38, 39) übereinstimmend ausgebildet sind und eine 1:1 Projektion erreicht wird.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Energie der Strahlenquelle (34) insbesondere in Abhängigkeit der Geschwindigkeit des Übertragers (14) vorgebar ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

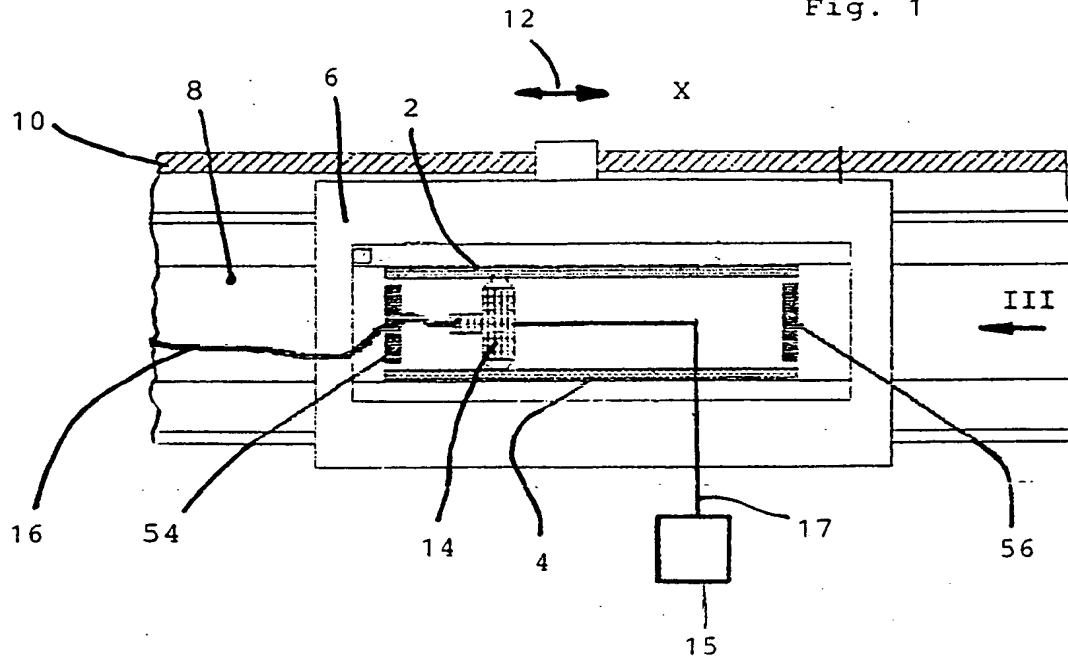


Fig. 2

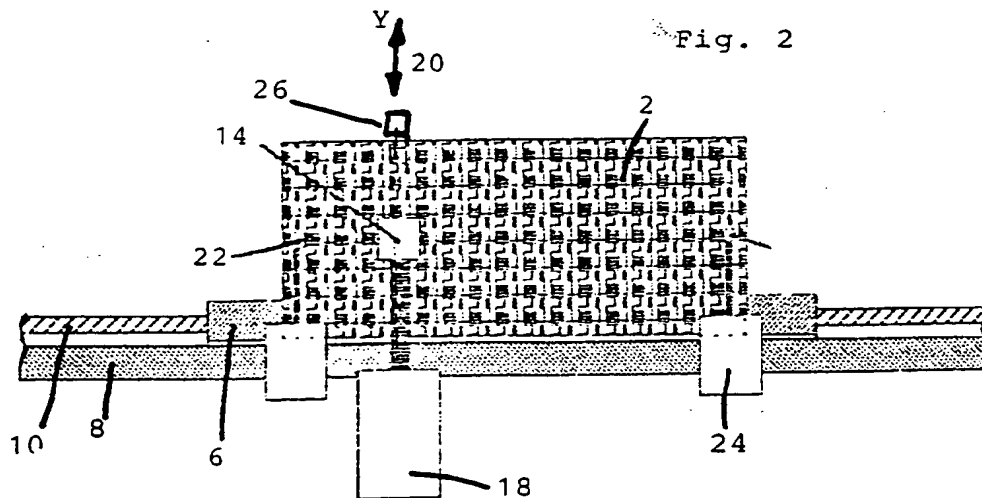


Fig. 3

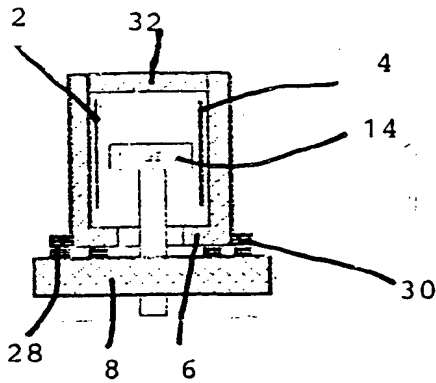


Fig. 7

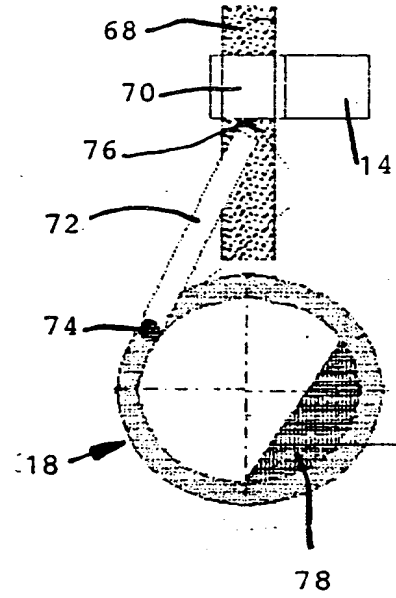
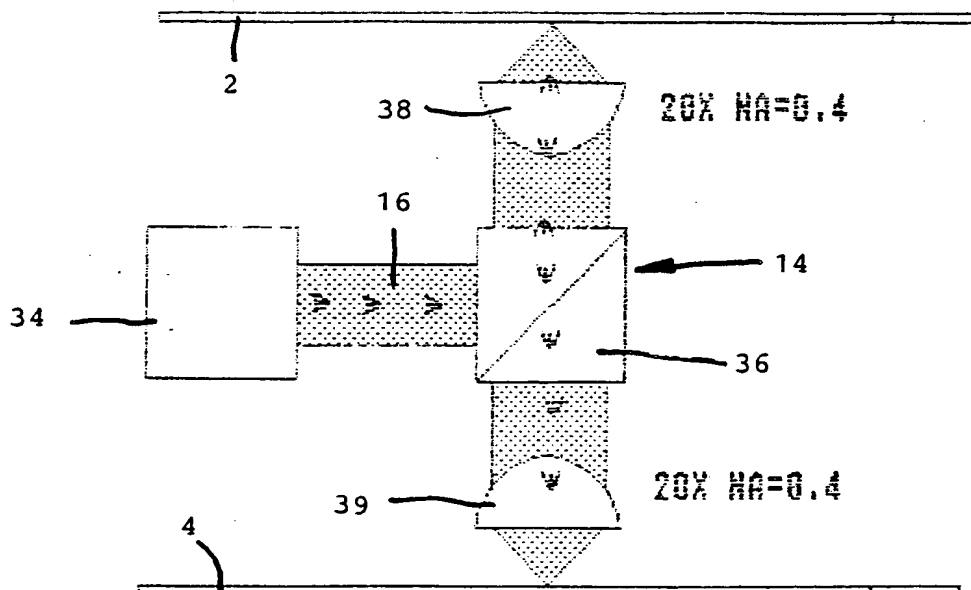


Fig. 4



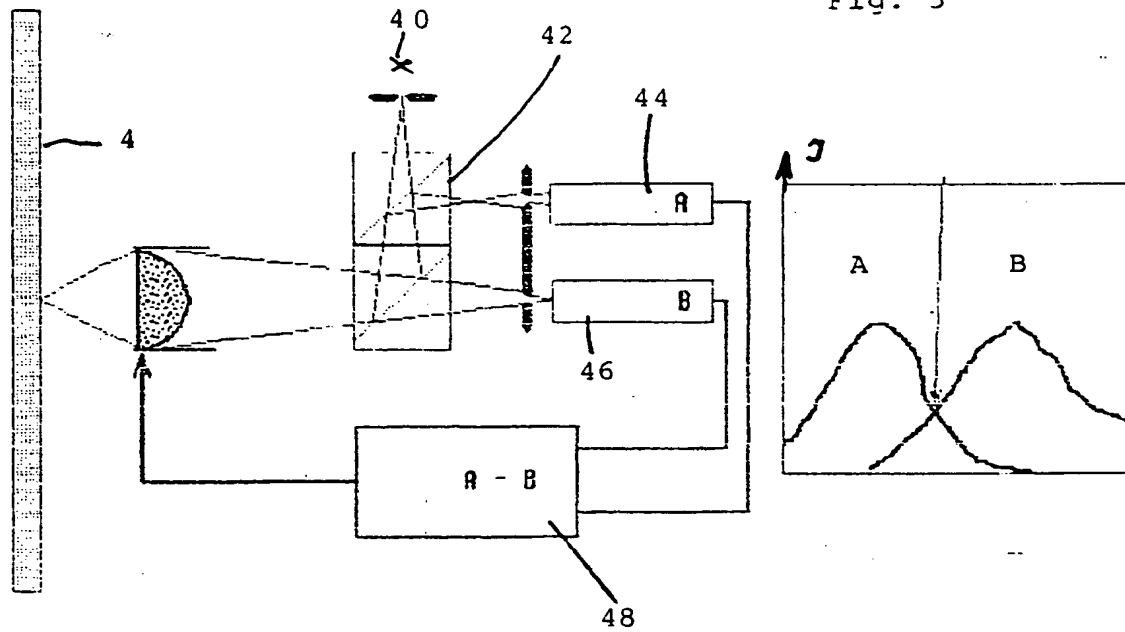


Fig. 6

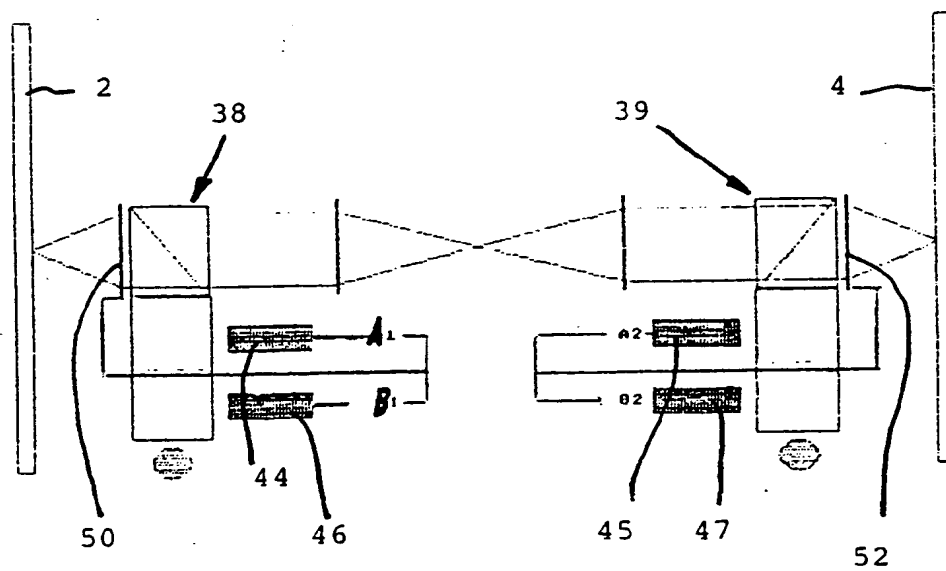


Fig. 9

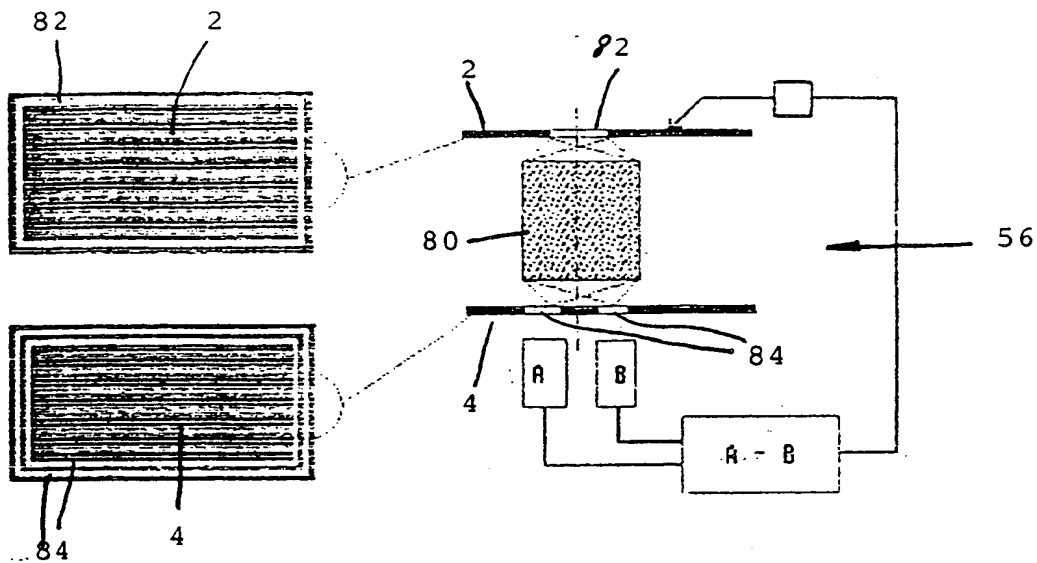
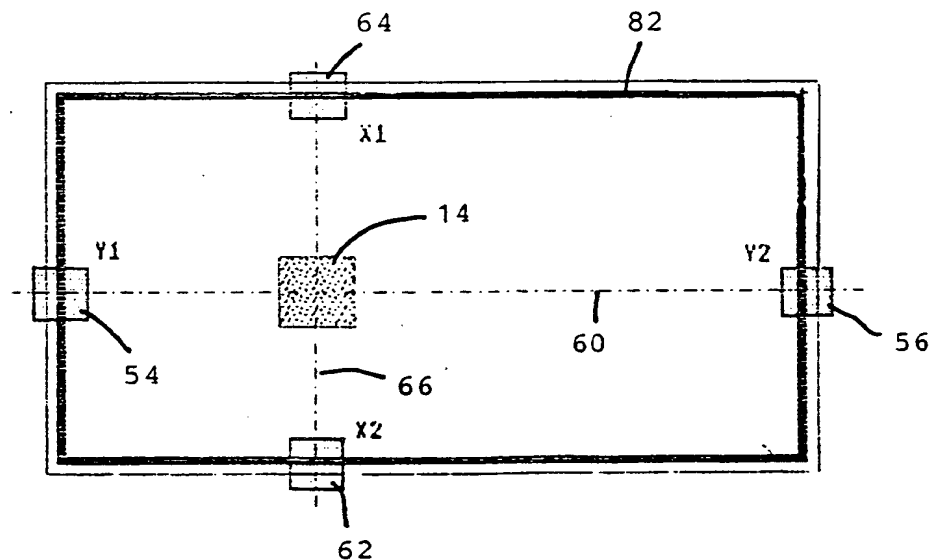


Fig. 8



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)